

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-012116

(43)Date of publication of application : 17.01.1989

(51)Int.Cl.

F16C 3/02

(21)Application number : 62-162490

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 01.07.1987

(72)Inventor : SATO TOSHIHIKO

ASANO HIDEO

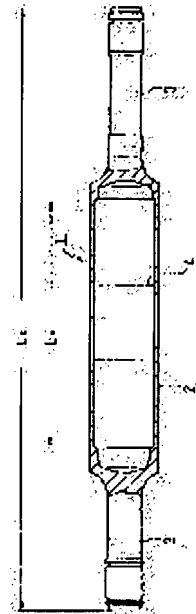
MOTOTANI KOJI

## (54) CYLINDRICAL HOLLOW ROTARY DRIVING SHAFT

### (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce primary flexural resonance by forming a hollow portion having the ratio of wall thickness to outside diameter of less than 0.06, the length of which is 20% or more of the total length and pressing a damper made of elastic material in the hollow portion.

CONSTITUTION: Solid shaft portions 3 are disposed at both ends of a hollow body 2, and 20% or more of the total length is a hollow portion formed in such a manner as to have the ratio of wall thickness to outside diameter of less than 0.06. An acrylic rubber portion piece 4 having a large damping coefficient is pressed in the hollow portion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-12116

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月17日

F 16 C 3/02

8613-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 円筒形中空回転駆動軸

⑮ 特 願 昭62-162490

⑯ 出 願 昭62(1987)7月1日

⑰ 発 明 者 佐 藤 俊 彦 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑱ 発 明 者 浅 野 日 出 夫 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑲ 発 明 者 本 谷 康 治 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑳ 出 願 人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 江 原 望 外1名

## 明 細 書

1. 発明の名称 円筒形中空回転駆動軸

2. 特許請求の範囲

両端に中実部を有し、該中実部にて支持される金属製円筒形中空回転駆動軸において、

肉厚(t)と外径(D)の比(t/D)が0.06以下である中空部分の長さが全長の20%以上であり、該中空部分に弾性材料製制振体が圧入されていることを特徴とする一次曲げ共振が低減化された円筒形中空回転駆動軸。

3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、両端に中実部を有し、該中実部にて支持される金属製円筒形中空回転駆動軸に関するものである。

## 従来技術およびその問題点

前輪駆動車の駆動軸は、中実体として形成されるのが一般的であるが、近年では車体重量の低減化あるいは動力伝達損失の低減化を企図した中空体のものも使用されている。駆動軸は、駆動源か

ら出力されたトルクを駆動輪に伝達する手段である。駆動軸にはねじり振動、曲げ振動、膜面振動が生じ、これが乗員に不快感を起させる車体振動、騒音の原因になっている。この振動は、200～500 Hzの振動数領域に曲げ一次モードの極大振幅を有しており、この範囲の振動を、①ベクトル解析によって駆動軸の最適形状を選択する、②制振減音材を用いて車室内への振動、騒音の進入を防ぐ等の手法で低減化することは困難である。従来、この範囲の振動に対しては、①ダイナミック・ダンパを付す、②駆動軸を長手方向で二分割し、弾性材料(弾性に富む材料を指す)で形成された制振体を介して両者を結合する等の手法が採用されている。

ところが、ダイナミック・ダンパを用いた場合、目的周波数の振動を低減化し得るものの、該周波数よりも低い周波数範囲および高い周波数範囲の振幅(振動レベル)が増大する不具合があり、分割型駆動軸では、弾性材料製制振体を介してトルク伝達が行われるため、動力損失が生ずる不具合

がある。

一方、推進軸（プロペラシャフト）の中空部分に弾性材料製制振体を圧入して、振動、騒音を低減化するという技術思想が提案されている（例、特公昭49-20644号公報、実開昭56-87647号公報）。しかしながら、この思想は弾性履歴現象を利用して推進軸の振動エネルギーを制振体の内部摩擦により熱に変換するという基本的発想程度に留まり、単体固有角振動数（または固有値）の低い推進軸における膜面共振の振動レベルを低下させることが主たる狙いになっていた。そのため、一次曲げ共振の振動レベルを効果的に低減化するまでには到らなかった。

#### 問題点を解決するための手段および作用

本発明は、斯かる技術的背景の下に創案されたものであり、その目的とする如は、中空回転駆動軸において特に問題となる一次曲げ共振につき、中空部分と圧入される弾性材料製制振体との関係を解析することにより、振動レベルを効果的に低減化させる点にある。

いて、 $\lambda = 4.730$ とする。

$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad \dots (1)$$

（ただし、 $\lambda$ は境界条件によって相違する振動数係数、 $l$ は管長、 $E$ はヤング率、 $I$ は断面二次モーメント、 $A$ は管断面積、 $\rho$ は密度である）

(1)式によれば、円管の単体曲げ固有角振動数( $f$ )を増大させるためには、管長( $l$ )、管断面積( $A$ )を小さくすれば良い。円管の内径または外径が同一であれば、肉厚を小さくすることによって管断面積( $A$ )を小さくすることができる。

斯かる条件に従ってその単体曲げ固有角振動数を大きくした円管内に制振体を圧入するならば、高いレベルの曲げ振動エネルギーが制振体に効果的に吸収され、特に管肉厚を小さくした場合には、振幅が増大して制振体が大きな曲げ変形を受け、該制振体の弾性履歴現象により振動エネルギーが効果的に減衰されることになる。

また、円管の両端に中実部を設けた場合には、

この目的は、両端に中実部を有し、該中実部にて支持される金属製円筒形中空回転駆動軸につき、肉厚( $t$ )と外径( $D$ )の比( $t/D$ )が0.06以下である中空部分の長さを駆動軸の全長の20%以上になし、該中空部分に弾性材料製制振体を圧入することによって達成される。

両端が閉じた管体および両端が開放された管体の自由両端状態での振動特性は、それぞれ第1図、第2図に示される通りである。

本発明は、従来効果的に対処し得なかった一次曲げ共振（第1図、第2図参照）の低減化を企図したものである。振動数が大きく、振動エネルギー・レベルの高い領域で制振体に振動を吸収させるのは効果的であり、それ故本発明の駆動軸では、中空部分の単体一次曲げ固有角振動数（固有値）を大きく設定することとした。

円管の両端が自由な状態にある場合（両端自由支持の場合）の曲げ固有角振動数を単体曲げ固有角振動数と称しており、一次曲げ共振の単体値は、次式で示される円管の曲げ固有角振動数( $f$ )にお

該中実部を含めた全長に対する円管の長さの割合が小さ過ぎると、円管内に制振体を圧入しても一次曲げ共振の振動低減化効果は小さい。

#### 試験例1

①外径が異なる複数本の鋼製中空軸（長さ250mm、内径46mmφ）を用意し、各中空軸内に長さ100mm、外径50mmφの中実円筒状アクリルゴム部片（かたさ50°）を圧入した。

②肉厚( $t$ )と外径( $D$ )の比( $t/D$ )が異なる各ゴム部片入り中空軸につき、試験例1と同様にして一次曲げ共振の振動低減レベルを調べた。この試験は、ゴム部片入り中空軸の一端部をハンマーで叩き、他端部において振動レベルを検出する方法で実施した。検出された振動応答レベル( $dB$ )と、ゴム部片を圧入していない中空軸（素管）の同様な振動応答レベル( $dB$ )との差から、後者（素管）の振動応答レベルを基準（零 $dB$ ）とするゴム部片入り中空軸の振動低減レベル( $dB$ )を求めた。その結果をグラフとして第3図に示す。

<試験結果の評価>

比( $t/D$ )が小さくなると、振動レベルが低下することが判る。第3図によれば、比( $t/D$ )がほぼ0.06以下で振動低減効果が大きくなる。

#### 試験例2

①それぞれ長さ( $l_p$ )の異なる中空体2(薄肉部)の両端に中実軸部3、3を有する下記寸法の複数本の鋼製駆動軸1を用意した。

全長( $l_0$ ) = 440mm, 中空体2の長さ( $l_p$ ) = 任意, 中空体2の外径( $D$ ) = 50mmφ, 中空体2の肉厚 = 2mm
--

②長さ( $l_p$ )の異なる各駆動軸1の中空体2内に、それぞれアクリルゴム部片4(外径50φmm、長さ70mm、かたさ50°)を圧入した。圧入位置は中空体2の長さ方向中央部である(第4図)。

③試験例1と同様にして、長さ( $l_p$ )の異なる駆動軸1につき一次曲げ共振の振動低減効果を調べた。その結果をグラフとして第5図に示す(ただし、第5図の横軸は長さ比( $l_p/l_0$ )である)。

<試験結果の評価>

した(a)の場合が最も大きく、中空体2の両端に分割してゴム部片5、5を圧入した(d)の場合が最も小さい。これは、中央部が一次曲げ共振の最大振幅位置であって、この位置に圧入されたゴム部片4は最も大きな曲げ変形を受けて振動エネルギーを吸収するからである。ただし、長さ方向の一方側が薄肉で他方側が厚肉の中空体では、薄肉部と厚肉部の境界よりも若干薄肉側に偏位した箇所が最大振幅位置であり、同部にゴム部片を圧入すべきである。

#### 試験例4

駆動軸1(第4図)を用い、その中空体2内にそれぞれ長さの異なるアクリルゴム部片(外径50mmφ、かたさ50°)、ブチルゴム部片(外径50mmφ、かたさ50°)、天然ゴム部片(外径50mmφ、かたさ50°)を圧入して、ゴム種毎に圧入長が一次曲げ共振の振動低減効果に及ぼす影響を調べた。その結果をグラフとして第7図に示す。

<試験結果の評価>

減衰係数の大きなゴム種を用いるのが効果的で

第5図から、比( $l_p/l_0$ )がほぼ0.2以上(全長( $l_0$ )に対する中空体2の長さ( $l_p$ )の割合 $\geq 20\%$ )において大きな振動低減効果が得られることが判る。

#### 試験例4-3

①中空体2の両端に中実軸部3、3を有する四本の鋼製駆動軸1(外径50mmφ、肉厚2.0mm)を用意した(第4図)。

②各駆動軸1の中空体2内に、それぞれアクリルゴム部片4(外径50mmφ、長さ70mm、かたさ50°)、アクリルゴム部片5、5(外径50mmφ、長さ35mm、かたさ50°)を圧入した。圧入位置は、各駆動軸1毎に異なっているが、全圧入ゴム長は全て70mmである(第6図)。

③ゴム部片を圧入した各駆動軸1につき、試験例1と同様にして一次曲げ共振の振動低減効果を調べその結果を第6図に併記した。

<試験結果の評価>

第6図に併記した様に、一次曲げ共振の振動低減レベルは、中空体2の中央部にゴム部片を圧入

あり、アクリルゴム部片を用いるのが振動低減に最も効果がある。

#### 証明の効果

以上の説明から明らかな様に、両端に中実部を有し、該中実部にて支持される金属製円筒形中空回転駆動軸であって、肉厚( $t$ )と外径( $D$ )の比( $t/D$ )が0.06以下である中空部分の長さが全長の20%以上であり、該中空部分に弾性材料製制振体が圧入されて成る一次曲げ共振が低減化された円筒形中空回転駆動軸が提案された。

この円筒形中空回転駆動軸では、比( $t/D$ )を0.06以下として中空部分の単体一次曲げ固有各振動数を大きくし、制振体が圧入されない状態での駆動軸の振動応答レベルが大きな範囲で該駆動軸の中空部分に制振体を圧入したため、制振体による振動低減効果が大きい。また、前記中空部分の長さを全長の20%以上にするにより、制振体圧入の効果が確保されている。

#### 4. 図面の簡単な説明

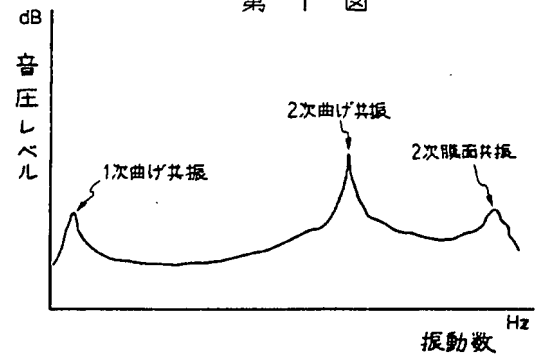
第1図は両端が閉じた管体の自由両端状態での

振動特性を示すグラフ、第2図は両端が開放された管体の自由両端状態での振動特性を示すグラフ、第3図は外径のみが相近する鋼製中空軸にゴム部片を圧入した場合の管内厚/外径比( $t/D$ )と振動低減効果との関係を示すグラフ、第4図は両端が閉じた試験用鋼製円筒形中空回転駆動軸の斜視図、第5図は長さのみが相近する前記中空回転駆動軸の長さ比( $L_p/L_D$ )と振動低減効果との関係を示すグラフ、第6図は第4図図示のものと同様な中空回転駆動軸の中空部分にゴム部片を圧入した場合の圧入位置と振動低減効果との関係を示す模式図、第7図は該中空回転駆動軸の中空部分に三種類の異種ゴム部片を圧入した場合の圧入長と振動低減効果との関係を示すグラフである。

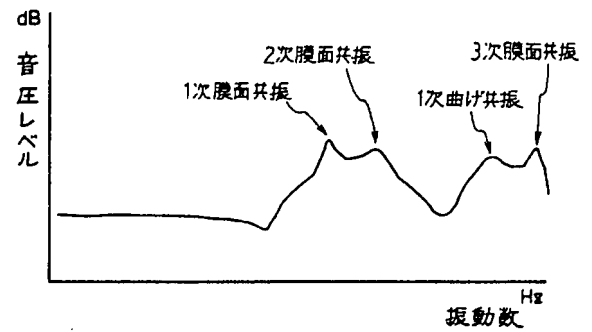
1…鋼製駆動軸、2…中空体、3…中実軸部、  
4、5…アクリルゴム部片。

代理人 江原 望  
外 2 名

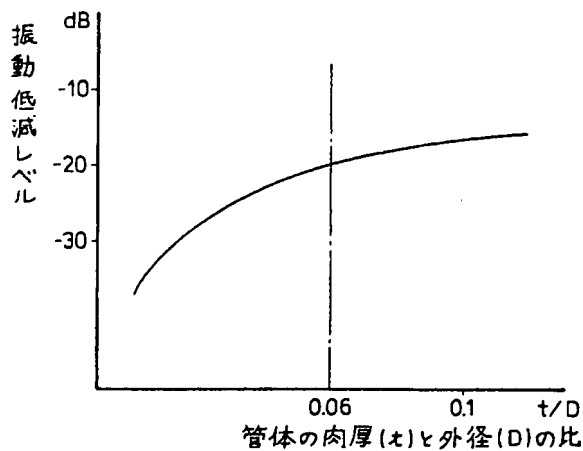
第 1 図



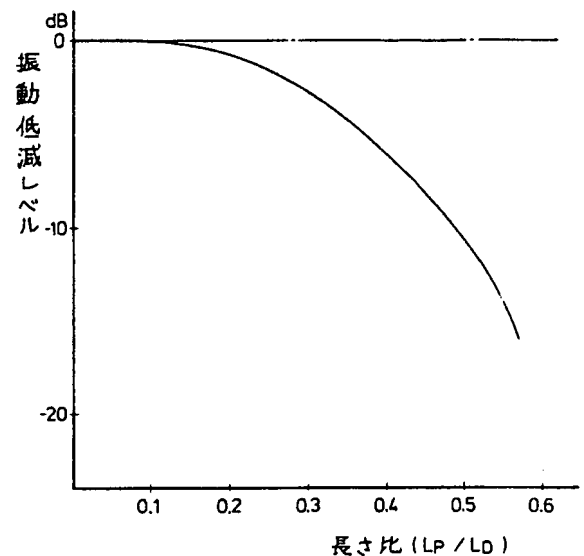
第 2 図



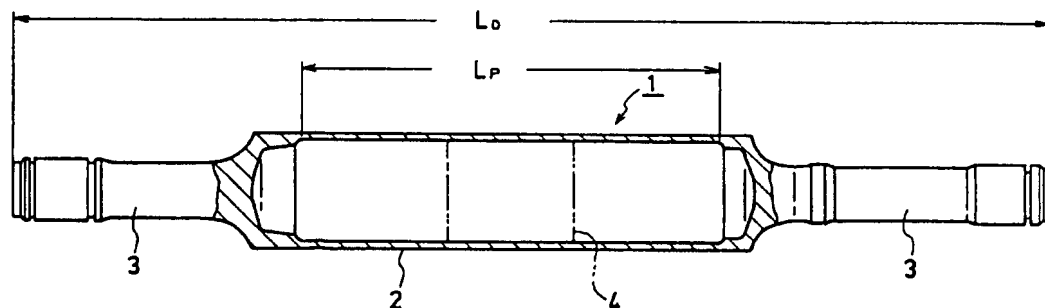
第 3 図



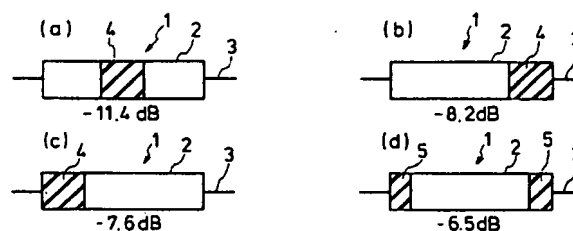
第 5 図



第 4 図



第 6 図



第 7 図

